

УДК 004.032.26

АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА СНИМКАХ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ U-NET



Д.В. Куприянова
аспирант,
кафедра ЭВМ, БГУИР



Д.Ю. Перцев
кандидат технических наук,
кафедра ЭВМ, БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

E-mail: diankupriyanova@gmail.com, pertsev@bsuir.by

Д.В. Куприянова

Окончила магистратуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники по специальности 1-40 02 81 “Технологии виртуализации и облачных вычислений” (2019). Поступила в аспирантуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (2020). Работает заместителем декана ФКСиС.

Д.Ю. Перцев

Окончил аспирантуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (2016), защитил диссертацию в совете 05.13.01 (2020). Является доцентом кафедры ЭВМ.

Аннотация. Представлены результаты эксперимента с применимостью сверточной нейронной сети U-Net для сегментации множества объектов на снимках земной поверхности.

Ключевые слова: Сегментация объектов, сверточная нейронная сеть, снимки земной поверхности, U-Net.

Введение.

Развитие авиакосмической промышленности привело не просто к активному освоению космического пространства, но и появлению множества потоков информации, получаемых от спутников, находящихся на орбите Земли, и, как результат, постоянно возрастающим требованиям к качеству и скорости их автоматизированной обработки. Получаемые снимки имеют большую ценность во многих отраслях: сельское хозяйство, метеорология, георазведка и т.д. Однако существенной проблемой является качественный анализ снимков земной поверхности, поскольку они содержат большой объем информации при относительно невысокой детализации самих объектов.

В рамках данной статьи представлен алгоритм сегментации и классификации объектов на снимках земной поверхности с применением сверточных нейронных сетей. В качестве поддерживаемых классов объектов определены строения, поле, вода, дорога, зеленые насаждения (например, лес).

Архитектура сети U-Net.

U-Net – это свёрточная нейронная сеть, созданная в 2015 году для сегментации биомедицинских изображений в отделении Computer Science Фрайбургского университета [1]. Архитектура сети представляет собой полносвязную свёрточную сеть, модифицированную так, чтобы она могла работать с меньшим количеством обучающих образов при увеличении точности сегментации.

Архитектура сети показана на рисунке 1, состоит из двух частей (сужающейся и расширяющейся) и соответствует схеме кодер-декодер:

– кодировщик уменьшает пространственное измерение с помощью объединения слоев;

– декодер восстанавливает детали объекта и пространственное измерение.

Также существуют быстрые соединения от кодера к декодеру, чтобы «помочь» декодеру лучше восстановить детали объекта.

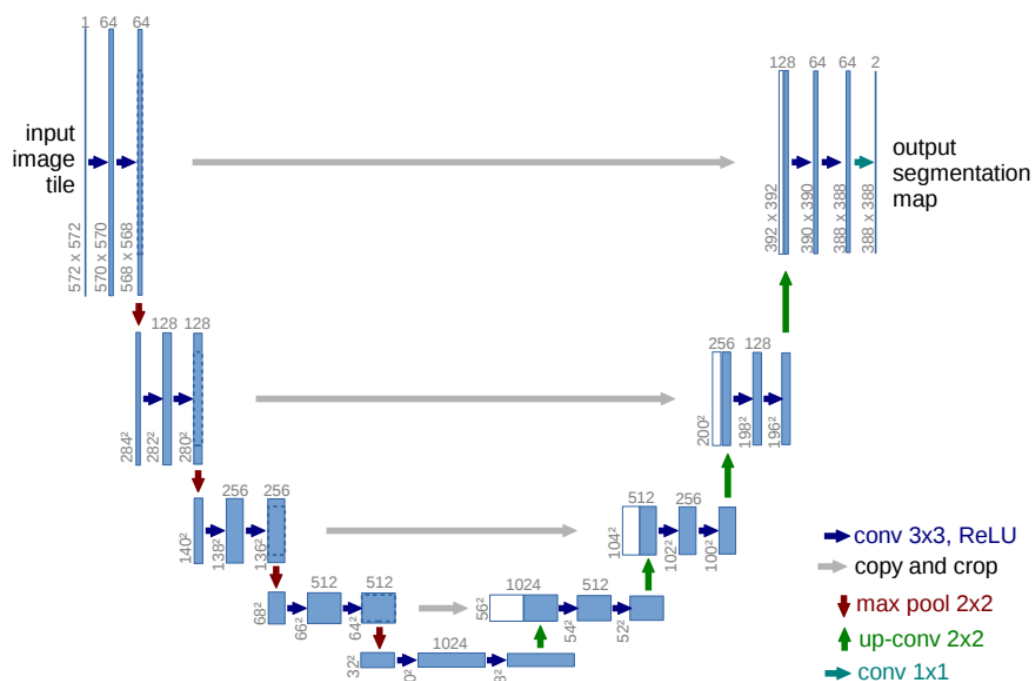


Рисунок 1. Базовая архитектура U-Net

Сужающаяся часть соответствует типичной архитектуре сверточной сети и состоит из следующей последовательности операций:

- многократного применения свертки размером 3x3 без дополнения нулями и с попиксельным применением функции активации ReLU;
- слой субдискретизации с фильтром 2x2 и шагом 2 для уплотнения карты признаков. На каждом шаге понижающей дискретизации количество каналов признаков удваивается.

Расширяющаяся часть состоит из повышающей дискретизации карты объектов, за которой следует:

- свертка, размером 2x2, – повышающая свертка, которая вдвое уменьшает количество каналов признаков;
- объединение с соответствующим образом обрезанной картой признаков из сокращающейся части;
- две свертки размерностью 3x3;
- за каждой сверткой следует функция активации ReLU.

Выходная карта признаков соответствуют одному из классов сегментируемых объектов.

Результаты тестирования нейронной сети.

Тестовый набор включает 25 изображений, заранее размеченных вручную. Обучение для каждого поддерживаемого класса выполнялось отдельно. Для оценки качества распознавания всех поддерживаемых классов объектов использовался коэффициент Жаккара:

$$J = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cap B_i}{A_i \cup B_i}, \quad ((1))$$

где n – количество классов, которые поддерживаются разработанным алгоритмом;

A_i и B_i – координаты областей исходной и предсказанной масок соответственно.

Тестирование проводилось с применением центрального процессора Intel Core i7-9700 и видеокарты NVIDIA RTX 2060 RTX с 8 Гб видеопамати.

Примеры исходного снимка земной поверхности и результат распознавания представлены на рисунках 2 и 3 соответственно. Полученный усредненный коэффициент Жаккара для всех поддерживаемых классов объектов составляет 0,64, что является довольно низким коэффициентом. Однако авторы считают, что данный результат формируется из-за маленького размер обучающей выборки.



Рисунок 2. Снимок земной поверхности

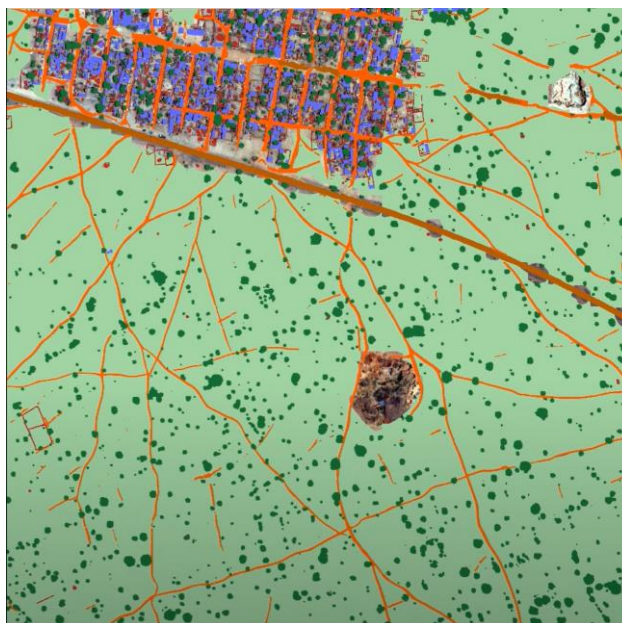


Рисунок 3. Результат распознавания

Заключение

Представлен алгоритм сегментации объектов на снимках земной поверхности с помощью 5 заранее построенных моделей на основе сверточной нейронной сети U-Net (соответственно для строений, полей, воды, дороги, зеленых насаждений).

Полученный усредненный коэффициент Жаккара для всех поддерживаемых классов объектов составляет 0,64, что является довольно низким коэффициентом, что связано с низким качеством обучающей выборки и высокими требованиями к необходимому аппаратному обеспечению, проявляющимися в длительном процессе обучения.

В дальнейшем планируется усовершенствовать тестовый набор данных для обучения, исследовать алгоритмы постобработки для выявления явных ошибок (например, разрывы в близко расположенных отрезках дорожного полотна), а также исследовать альтернативные архитектуры нейронных сетей.

Список использованных источников

[1] U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Electronic Resource] / ArXiv. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1505.04597>.

ALGORITHM FOR OBJECTS SEGMENTATION ON EARTH'S SURFACE IMAGES USING U-NET CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

D. KUPRIYANOVA

PhD Student,

*Electronic Computing Machines
Department, BSUIR*

D. PERTSAU

PhD,

*Electronic Computing Machines
Department, BSUIR*

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

E-mail: dianakupriyanova@gmail.com, pertsev@bsuir.by

Abstract. The results of an experiment with U-Net convolutional neural network applicability for earth's surface segmentation are presented.

Keywords: Image segmantation, Convolutional Neural Network, Earth's surface images, U-Net.